

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 288 060

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 74 34783

(54)

Procédé de purification électrique et de stérilisation des liquides et appareil pour la mise en œuvre de ce procédé.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.²).

C 02 B 3/02; B 01 K 1/00; C 02 C 5/12.

(22)

Date de dépôt

16 octobre 1974, à 15 h 12 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande

B.O.P.I. — «Listes» n. 20 du 14-5-1976.

(71)

Déposant : LENINGRADSKY INZHENERNO-STROITELNY INSTITUT, résidant en U.R.S.S.

(72)

Invention de : Oleg Vladimirovich Smirnov, Vasily Georgievich Kozhemyakin, Valentin Ivanovich Barabanov, Ivan Stepanovich Lavrov, Reald Abramovich Okunev et Nikolai Ivanovich Rukobrasky.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne un procédé de purification électrique et de stérilisation des liquides ainsi qu'un appareil destiné à sa mise en oeuvre.

L'appareil suivant l'invention qui permet de mettre en oeuvre le nouveau procédé peut être utilisé pour l'alimentation en eau, notamment pour l'alimentation en eau de troupes en campagne, pour l'alimentation en eau de groupes de géologues, dans des régions reculées, du personnel des exploitations forestières ou des stations de détection électromagnétique, des marins à bord des navires naviguant en surface ou de sous-marins et autres bâtiments; pour l'alimentation en eau des équipages de stations cosmiques orbitales. Il peut servir également dans des systèmes de stockage des eaux dans les applications énumérées et pour la purification des eaux en vue de les débarrasser de substances radioactives ou toxiques telles que le soman, le sorin, le tabun; dans les industries chimiques et pharmaceutiques pour la séparation de produits de valeur ainsi que dans des buts médico-biologiques.

On connaît déjà un procédé de purification électrique et de stérilisation des liquides qui consiste à faire passer successivement ou simultanément les liquides entre les interstices formés par des électrodes plates tout en appliquant aux électrodes une tension continue ou pulsée de 3 à 30 volts (cf. notamment l'ouvrage "Degremont Water Treatment Handbook", 1965, pp. 85-86, brevet aux Etats-Unis d'Amérique n° 3006826, classe 204-96, 1961).

Etant donné l'intensité assez modérée du champ, l'uniformité de ce champ et l'hydrodynamique non perturbée du procédé, on observe la formation d'une pellicule d'oxydes à la surface de l'anode, des phénomènes de polarisation de concentration, la formation de dépôts à la cathode qui entraîne l'élévation de la résistance équivalente de l'écart entre les électrodes ce qui oblige d'introduire un oxydant pour transformer $\text{Fe}(\text{OH})_2$ en $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Un autre procédé connu de purification électrique et de stérilisation des liquides consiste à faire passer ces liquides à travers une charge constituée de copeaux métalliques ou des corps dont les couches sont séparées les unes des autres par des diaphragmes poreux, cette charge étant placée dans l'interstice entre les électrodes, la tension aux électrodes étant inférieure à 100 volts (cf. notamment le brevet aux Etats-Unis d'Amérique n° 2667454,

classe 204-96, 1954).

Un inconvénient dudit procédé consiste dans le colmatage du diaphragme poreux par un hydroxyde de métal étant donné le volume limité d'évacuation des grumeaux ce qui entraîne des pertes de charge dans l'écoulement du liquide, une partie considérable de l'écoulement traversant ladite charge sans participer à la purification, les surfaces des copeaux étant en contact électrique.

Suivant un autre procédé connu (cf. Transactions of the ASAE, 1965, vol.8, n° 1, p. 79-82) le liquide traverse l'intervalle entre des électrodes cylindriques coaxiales soumises à une tension au moins égale à 100 volts.

Un inconvénient dudit procédé tient à la faible efficacité de la dipolophorèse à l'hétérogénéité insuffisante du champ électrique qui se forme aux extrémités de l'électrode interne et à la détérioration de l'efficacité du procédé en cas d'élévation de l'intensité du champ électrique et de la concentration en particules en suspension, étant donné la précipitation intense des particules à l'anode dans le cas d'une hydrodynamique non perturbée du procédé.

On connaît également un procédé de purification et de stérilisation des liquides par une décharge à haute tension (cf. G.A. Nesvetailov, E.A. Serebriakov, "Théorie et pratique de l'effet électro-hydraulique". Institut d'information et de propagande scientifique et technique près du Gosplan de la République Sociale Soviétique de Biélorussie, Minsk, 1966). Dans ce procédé on soumet le liquide aux décharges électriques sous une tension de 10 000 à 100 000 volts, par un courant de plus de 100 ampères, la durée des impulsions étant de 0,1 à 100 microsecondes ce qui conduit à des pertes considérables d'énergie, des pertes de puissance réactive, un effet bactéricide insuffisant, des effets acoustiques, des tensions et des courants nocifs, l'apparition de corps cancérigènes au cours de la purification.

On connaît un dispositif destiné à la purification et à la stérilisation des liquides qui réalise le premier procédé et qui comporte une chambre de floculation avec des électrodes en forme de lames plates (cf. le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3006826, classe 204-96, 1961).

Un inconvénient de ce dispositif tient à la grande surface des anodes et à l'impossibilité d'une régulation progressive de l'é-

cart entre les électrodes ce qui conduit à la formation d'un film d'oxydes à la surface de l'anode, à l'apparition d'une polarisation de concentration, à la formation de dépôts à la cathode qui entraîne une augmentation de la résistance équivalente de l'écart interélectrodes, la nécessité d'introduire un oxydant pour transformation de $\text{Fe}(\text{OH})_2$ en $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Le dispositif connu pour la purification électrique et la stérilisation des liquides servant à la réalisation dudit procédé et utilisant des électrodes à garnissage (cf. le brevet aux Etats-Unis d'Amérique n° 2667454, classe 204-96, 1954) est exécuté sous forme de cellules séparées les unes des autres par des diaphragmes poreux disposés entre des électrodes d'arrivée du courant. Il est entaché d'inconvénients qui tiennent à ce que les éléments de remplissage des électrodes se dissolvent au fur et à mesure du travail ce qui oblige de mettre en oeuvre des dispositifs spéciaux destinés à compacter le garnissage et à inverser la polarité du courant.

On a proposé également un appareil réalisant ledit procédé, utilisant des électrodes cylindriques et comportant une chambre de floculation à électrodes coaxiales cylindriques (cf. Transaction of the ASAE, 1965, vol.8, n°1, pp.79-82).

Les inconvénients dudit dispositif dus à la faible hétérogénéité du champ électrique de l'électrode intérieure de grand diamètre qui réduit la valeur des forces dipolophorétiques indépendantes de la charge des particules, tiennent à la nécessité de mettre en jeu un décanteur pour éliminer de grosses particules portant une faible charge électrique.

On connaît d'autre part un appareil destiné à la purification électrique et à la stérilisation des liquides qui sert à réaliser ledit procédé par utilisation d'une décharge électrique à haute tension. Dans les dispositifs de ce genre le liquide à traiter s'écoule à travers une chambre de floculation comportant au moins deux électrodes à tige dont l'une est isolée électriquement du corps de la chambre par un isolateur et qui sont disposées dans la chambre de façon que leurs axes longitudinaux se trouvent dans des plans parallèles dont la distance est inférieure à l'écart interélectrodes (cf. G.A. Nesvetailov, E.A. Serebriakov. Théorie et pratique de l'effet électro-hydraulique. Institut d'information et de propagande scientifique et technique près du Gosplan de la République Socialis-

te Soviétique de Biélorussie, Minsk, 1966).

Dans les appareils de ce genre les électrodes à tige sont montées à demeure dans le corps. Les inconvénients de ce dispositif tiennent à la dégradation de l'isolation de l'une des électrodes, le faible taux d'utilisation du volume de purification, la nécessité de rechanges fréquents de l'une des électrodes et la nécessité de prévoir une forte résistance mécanique du corps.

Le but de la présente invention consiste à éliminer les inconvénients susdits.

On s'est donc proposé de créer un procédé de purification électrique et de stérilisation des liquides utilisant un courant électrique propre à faire naître des décharges électriques entre les électrodes et à réaliser un appareil destiné à la purification électrique et à la stérilisation des liquides par l'application du procédé précité, dont la chambre de floculation se prête à l'évacuation des substances minérales, organiques et biologiques suspendues ou dissoutes dans le liquide de départ.

On y parvient par le fait que dans le procédé de purification électrique et de stérilisation des liquides contenant des substances minérales, organiques et biologiques suspendues ou dissoutes on fait passer à travers le liquide initial, à partir d'électrodes un courant électrique qui est pulsé, la durée des impulsions et la valeur de la tension étant suffisantes pour faire naître des décharges électriques entre les électrodes.

Il est avantageux que la durée des impulsions soit supérieure à 0,001 seconde, que la valeur de la tension soit de 100 à 6000 V et que la distance entre les électrodes soit de 0,1 à 10 mm suivant les caractéristiques physiques et chimiques du liquide de départ.

On y parvient également par le fait que dans l'appareil pour la purification électrique et la stérilisation des liquides qui permet de réaliser ledit procédé le liquide de départ s'écoule à travers une chambre de floculation qui comporte au moins deux électrodes à tige dont l'une est isolée électriquement du corps de la chambre au moyen d'un isolateur et qui sont logées dans le corps de telle manière que leurs axes longitudinaux soient situés dans des plans parallèles dont la distance est inférieure à l'écart entre les électrodes et que, suivant l'invention, la seconde électrode à tige soit également isolée électriquement du corps de la chambre au moyen de son isolateur

propre et que les deux électrodes à tige avec leurs isolateurs soient montées dans le corps de la chambre de façon à pouvoir effectuer des déplacements dans les deux sens le long de leur axe longitudinal.

Pour intensifier l'évacuation des substances en solution dans le liquide et la stérilisation dudit liquide il est avantageux de munir la chambre de floculation d'une électrode additionnelle sous forme d'une tige creuse à travers laquelle on fait passer le liquide à traiter et qui soit montée à l'intérieur de la chambre, à proximité immédiate extrémités des électrodes principales à tige tout en étant capable de subir des déplacements en rotation et en translation dans les deux sens le long de l'axe longitudinal de la chambre.

Il est préférable pour créer un effet dipolophorétique et une non uniformité maximale du champ électrique de monter à l'intérieur de l'électrode additionnelle le long de son axe longitudinal une autre électrode additionnelle en forme de corde fabriquée en un métal non dégradable par le liquide initial sous l'effet du courant électrique et formant avec la première électrode additionnelle une chambre de coagulation additionnelle permettant d'intensifier la séparation des impuretés fines hautement dispersées.

En présence de plusieurs électrodes principales à tige il est avantageux pour faciliter l'exploitation de l'appareil et prolonger la durée de fonctionnement ininterrompu de disposer les points de fixation de ces électrodes au corps de la chambre suivant une hélice tracée sur ce même corps.

Pareille conception de l'appareil proposé pour la purification électrique et la stérilisation des liquides permettant de réaliser le procédé de purification électrique et de stérilisation des liquides permet d'agir sur les caractéristiques physiques et colloïdales du liquide à traiter, de stériliser ce liquide en présence de bactéries végétatives, de bactéries sporulantes, de bactériophages et d'obtenir des floccs irréversibles contenant $\text{Fe}(\text{OH})_3$ qui se forment sans passer par la forme divalente et présentent une surface adsorbante maximale.

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la Fig. 1 représente l'appareil proposé pour la purification électrique et la stérilisation des liquides, dans lequel est

réalisé le procédé suivant l'invention (vue d'ensemble avec coupe partielle en long et arrachement);

- la Fig.2 représente le corps d'une chambre de floculation de l'appareil avec points de fixation des électrodes sur ce corps
5 (vue axonométrique);

- la Fig.3 est une vue du corps, suivant la flèche A de la figure 1, avec arrachement.

Le procédé suivant l'invention de purification électrique et de stérilisation des liquides contenant des substances suspendues
10 ou dissoutes, minérales, organiques et biologiques, consiste à faire passer un courant électrique pulsé à travers le liquide initial au moyen d'électrodes avec une durée des impulsions de courant et une valeur de la tension suffisantes pour faire naître des décharges électriques de faible puissance entre les électrodes.

15 On choisit la durée des impulsions de courant supérieure à 0,001 seconde, la valeur de la tension entre 100 et 6 000 volts et l'écart entre les électrodes entre 0,1 et 10 mm suivant les caractéristiques physiques et chimiques du liquide de départ.

La version d'exécution du procédé de purification électrique
20 et de stérilisation des liquides décrit sera mieux comprise à la lecture des exemples de purification électrique et de stérilisation des liquides suivants : une solution vraie d'une substance minérale telle que l'iode cristallin, une solution vraie d'une substance organique telle que le bleu de méthylène, des systèmes colloïdaux
25 (dispersés) tels qu'une suspension d'argile cambrienne, une eau des marécages et de cours d'eau (de la Néva et de la Fontanka) ainsi qu'une eau contenant des bactéries : bacille E.Coli et un anthracoïde.

Dans ce qui suit le procédé selon l'invention sera expliqué par des exemples détaillés de purification électrique (et de stérilisation)
30 d'une solution d'iode à 200 mg/l d'une solution de bleu de méthylène à 6 - 70 mg/l; d'une suspension d'argile cambrienne à 2,0 - 5000 mg/l; d'une eau de marécages et de cours d'eau à turbidité de 2 à 250 mg/l et d'une coloration de 15 à 680 degrés; d'une eau contaminée par colibacille à 10^2 - 10^7 cm⁻³; d'une eau contaminée
35 par l'anthracoïde à 10^2 à 10^7 cm⁻³.

Exemple 1.

On applique à une série d'électrodes créant des décharges électriques de faible puissance une tension de 100 à 400 volts. L'é-

cart entre les électrodes est égal à une valeur comprise entre 0,1 et 0,6 mm, la durée des impulsions qui ne produisent pas de décharges est égale à 0,002 seconde, la durée des impulsions produisant des décharges est de 0,003 seconde; on applique aux autres électrodes ne créant pas de décharges électriques de faible puissance une tension continue de 40 volts et on fait passer à travers l'intervalle entre les électrodes le liquide initial tel qu'une solution d'iode cristallin d'une concentration initiale de 200 mg/l.

Au fur et à mesure du passage du liquide initial il subit l'action du champ électrique des électrodes, des impulsions du courant et des décharges électriques de faible puissance. Sous l'effet de ces facteurs le soluté se sépare sous forme de particules coagulées.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration de la solution en iode est réduite à 20 mg/l.

Exemple 2.

On applique à une série d'électrodes une tension de 600 à 1000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à une valeur comprise entre 0,8 et 3 mm. La durée des impulsions qui ne produisent pas de décharges (claquage) est égal à 0,003 seconde, la durée de l'impulsion donnant une décharge (claquage) est de 0,002 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une solution d'iode cristallin d'une concentration initiale à 200 mg/l. Le procédé de purification électrique est analogue au procédé de l'exemple 1.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique genre (porolon) la concentration en iode est égale à zéro.

Exemple 3.

On applique à une série d'électrodes une tension de 3000 à 6000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 6 - 10 mm, la durée des impulsions qui ne produisent pas de décharges (claquage) est égale à 0,004 seconde, la durée de l'impulsion produisant une décharge (claquage) est de 0,1 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une solution d'iode cristallin d'une concentration initiale de 200 mg/l.

On effectue la purification électrique d'une manière analogue à celle de l'exemple 1.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon)

la concentration en iode est égale à zéro.

Exemple 4.

On applique à une série d'électrodes une tension de 100 à 300 volts. L'écart entre les électrodes est de 0,1 à 0,6 mm, la durée des impulsions ne produisant pas de décharge (claquage) est égale à 0,003 seconde, la durée de l'impulsion produisant la décharge (claquage) est égale à 0,02 seconde, aux autres électrodes on applique une tension de 40 volts et on fait passer une solution de bleu de méthylène d'une concentration initiale de 6 mg/l.

On effectue la purification comme dans l'exemple 1.

A la sortie d'un filtre mousse plastique (genre porolon) la concentration en bleu de méthylène est égale à 0,5 mg/l.

Exemple 5.

On applique à une série d'électrodes une tension de 600 à 1000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,8-3mm, la durée des impulsions qui ne produisent pas de décharges (claquage) est de 0,004 seconde, la durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est de 0,01 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une solution de bleu de méthylène d'une concentration initiale de 6 mg/l.

Le procédé de purification électrique est analogue à celui de l'exemple 4.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) il ne reste que des traces de bleu de méthylène.

Exemple 6.

On applique à une série d'électrodes une tension de 3000 à 6000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 6 - 10 mm, la durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharges (claquage) est égale à 0,008 seconde, la durée des impulsions produisant des décharges (claquage) est de 0,01 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une solution de bleu de méthylène d'une concentration initiale de 70 mg/l. La purification est analogue à celle de l'exemple 4.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en bleu de méthylène est égale à 0,1 mg/l.

Exemple 7.

On applique à une série d'électrodes une tension de 100 à 300 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,1 - 0,6 mm, la

durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharge (claquage) est égale à 0,003 seconde, la durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est de 0,002 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une solution d'argile cambrienne d'une concentration initiale de 500 mg/l.

La purification est analogue à celle de l'exemple 1. Toutefois sous l'action des facteurs susmentionnés dans l'exemple 1, il se produit essentiellement une coagulation des particules en suspension.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en argile cambrienne est égale à zéro.

Exemple 8.

On applique aux électrodes une tension de 600 à 1000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à une valeur comprise entre 0,8 et 3 mm, la durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharge (claquage) est de 0,002 seconde, la durée de l'impulsion produisant le claquage est égale à 0,003 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une suspension d'argile cambrienne d'une concentration initiale de 10 mg/l.

On effectue la purification électrique comme dans le procédé de l'exemple 7.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en argile cambrienne est égale à zéro.

Exemple 9.

On applique à une série d'électrodes une tension de 3000 à 6000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 6 - 10 mm, la durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharge (claquage) est égale à 0,004 seconde, la durée d'une impulsion produisant la décharge (claquage) est de 0,01 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une suspension d'argile cambrienne d'une concentration initiale de 5000 mg/l.

On effectue la purification électrique d'une façon analogue à celle de l'exemple 7.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en argile cambrienne est égale à zéro.

Exemple 10.

On applique à une série d'électrodes une tension de 100 à 300 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,1 à 0,6 mm, la durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharge (claquage) est de

0,002 seconde, la durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est égale à 0,003 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une eau d'une turbidité de 20 mg/l, d'une coloration de 75 degrés d'une odeur de
5 note 5, d'une saveur de note 3.

La purification électrique est analogue à celle des exemples 1 et 7.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la turbidité de l'eau est de 2 mg/l, la coloration de 12 degrés,
10 l'odeur de note 3, la saveur de note 2. Les caractéristiques plus détaillées de l'eau sont résumées dans le tableau 1 inséré après l'exemple 12.

Exemple 11.

On applique à une série d'électrodes une tension de 600 à
15 1000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,8 - 3 mm. La durée de l'impulsion qui ne produit pas les décharges (claquage) est de 0,003 seconde, la durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est de 0,005 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une eau d'une turbidité de 176 mg/l, d'une coloration de 300 degrés, d'une odeur de
20 note 5 et d'une saveur de note 3.

La purification électrique est analogue à celle des exemples 1 et 7.

A la sortie du filtre en mousse plastique (genre porolon) la
25 turbidité de l'eau est de 0,1 mg/l, la coloration de l'eau est de 8 degrés, l'odeur de note 1, la saveur de note 1. Des caractéristiques plus détaillées sont résumées dans le tableau 1 inséré après l'exemple 12.

Exemple 12.

On applique à une série d'électrodes une tension de 3000 à
30 6000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 6 - 10 mm, la durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharges (claquage) est égale à 0,002 seconde, la durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est de 0,08 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer l'eau d'une turbidité de 250 mg/l, d'une coloration de 490 degrés, d'une odeur de
35 note 5, d'une saveur de note 3.

La purification électrique est analogue à celle des exemples

1 et 7.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la turbidité de l'eau est de 1 mg/l, la coloration de 4 degrés, l'odeur de note 1, la saveur de note 1. Des caractéristiques plus détaillées de l'eau avant et après la purification électrique sont réunies dans le tableau 1 ci-après.

TABLEAU I

Indices	Unité de mesure	Eau initiale	Eau après traitement	Indices requis par les normes Soviétiques en vigueur
10				
Limpidité	cm	14	30	30 au minimum
Turbidité	mg/l	46	0,1	2,0 au maximum
Coloration	degré	400	8 à 9	20 au maximum
15				
Odeur	note	5	1	2 au maximum
Saveur	note	3	1	2 au maximum
pH		6,86	7,16	6,5 à 9,5
Oxydabilité au permanganate	mg de O ₂ /l	18,8	5,6	n'est pas normalisée
Dureté totale	équiv.mg/l	2,2	1,4	ne dépassant pas 7
20				
Dureté des carbonates	d°	2,0	1,4	n'est pas réglementée
Dureté due à des sels autres que les carbonates	d°	0,2	0	n'est pas réglementée
25				
<u>Cations</u>				
Calcium	mg/l	42,0	24,0	ne sont pas réglementés
Magnésium	d°	1,0	0,4	ne sont pas réglementés
30				
Fer di- et trivalent	d°	0	0	0,3 au maximum
Ammoniac	d°	0,8	0,3	ne sont pas réglementés
Sodium + potassium	d°	13,7	11,04	ne sont pas réglementés
35				
<u>Anions</u>				
Chlorures	d°	14,2	17,7	ne sont pas réglementés
Sulfates	d°	0	0	
Hydrocarbonates	mg/l	122,0	85,0	ne sont pas réglementés

TABLEAU I (suite)

Indices	Unité de mesure	Eau initiale	Eau après traitement	Indices requis par les normes Soviétiques en vigueur
<u>Anions</u>				
Nitrites	mg/l	0,015	0,01	ne sont pas réglementés
Nitrates	d°	0	0	ne sont pas réglementés

10 Exemple 13.

On applique à une série d'électrodes une tension de 100 à 300 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,1 - 0,6 mm, la durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharge (claquage) est de 0,002 seconde, la durée de l'impulsion produisant la décharge (claquage) est de 0,003 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une eau contaminée par le bacille E.Coli. d'une concentration initiale en micro-organismes de 7760 cm⁻³.

La purification électrique se déroule comme dans les exemples 1 et 7. Toutefois dans ce cas sous l'effet des décharges électriques il y a inhibition et mort des micro-organismes, c'est-à-dire stérilisation de l'eau.

A la sortie du filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en micro-organismes est égale à zéro.

25 Exemple 14.

On applique à une série d'électrodes une tension de 600 à 1000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,8 à 3 mm, la durée de l'impulsion ne produisant pas de décharge (claquage) est égale à 0,003 seconde, la durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est de 0,002 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une eau contaminée par le bacille E.Coli. d'une concentration initiale en micro-organismes de 105333 cm⁻³. La stérilisation est analogue à celle de l'exemple 13.

35 A la sortie du filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en micro-organismes est égale à 8 cm⁻³.

Exemple 15.

On applique à une série d'électrodes une tension de 3000 à 6000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 6 - 10 mm, la durée de l'impulsion ne produisant pas de décharge (claquage) est égale à 0,005 seconde, la durée de l'impulsion produisant la décharge (claquage) est de 0,8 seconde. On applique aux autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une eau contaminée de bacille E.Coli. d'une concentration initiale en micro-organismes de 4 000 000 cm^{-3} .

10 La stérilisation est analogue à celle de l'exemple 13.

A la sortie d'un filtre en porolon la concentration en micro-organismes est égale à zéro.

Exemple 16.

On applique à une série d'électrodes une tension égale à 100 à 300 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,1 - 0,6 mm. La durée de l'impulsion ne produisant pas de décharge (claquage) est égale à 0,002 seconde, la durée de l'impulsion produisant la décharge (claquage) est égale à 0,003 seconde. On applique à d'autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer de l'eau contaminée par l'anthracoïde d'une concentration initiale en micro-organismes de 700 000 cm^{-3} .

La stérilisation est analogue à celle de l'exemple 13.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en micro-organismes est égale à 6 cm^{-3} .

25 Exemple 17.

On applique à une série d'électrodes une tension de 600 à 1000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 0,8 - 3 mm. La durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharge (claquage) est égale à 0,003 seconde. La durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est de 0,01 seconde. On applique à d'autres électrodes une tension de 40 volts et on fait passer une eau contaminée par l'anthracoïde d'une concentration initiale en micro-organismes de 700 000 cm^{-3} .

La stérilisation est analogue à celle de l'exemple 13.

35 A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon) la concentration en micro-organismes est égale à zéro.

Exemple 18.

On applique à une série d'électrodes une tension de 3 000 à

6 000 volts. L'écart entre les électrodes est égal à 6 - 10 mm. La durée de l'impulsion qui ne produit pas de décharge (claquage) est égale à 0,004 seconde, la durée de l'impulsion qui produit la décharge (claquage) est de 0,08 seconde. On applique aux autres électrodes
5 une tension de 40 volts et on fait passer de l'eau contaminée par l'anthracoïde d'une concentration initiale en micro-organismes de $105\ 600\ 000\ \text{cm}^{-3}$.

La stérilisation est analogue à celle de l'exemple 13.

A la sortie d'un filtre en mousse plastique (genre porolon)
10 la concentration en micro-organismes est égale à zéro.

Le dispositif suivant l'invention destiné à la purification électrique et à la stérilisation des liquides et servant à appliquer le procédé selon l'invention comporte une chambre de floculation principale 1 (figure 1) à travers laquelle s'écoule le liquide de
15 départ.

Le corps cylindrique 2 de la chambre 1 comporte quatre viroles métalliques 3 (figures 1 et 2) séparées les unes des autres ainsi que d'un couvercle supérieur 4 (figure 1) et d'un couvercle inférieur 5 du corps 2 par des joints diélectriques 6 (figures 1 et 2).
20 Le couvercle supérieur 4 (figure 1) et le couvercle inférieur 5 sont percés d'orifices 7 dans lesquels sont montés des boulons 8 qui compriment les viroles 3 du corps 2.

La chambre de floculation 1 comporte huit électrodes principales à tige 9 à extrémité effilée 10, électriquement isolées des viroles 3 du corps 2 de la chambre 1 au moyen d'isolateurs individuels 11. Les électrodes à tige 9 sont montées dans le corps 2 de manière que leurs axes longitudinaux 12 soient situés dans des plans parallèles espacés d'une distance inférieure à l'écart entre les électrodes, qui dans le cas considéré est de 0,1 à 10 mm.

30 Le courant électrique est appliqué aux électrodes à tige 9 (figures 1 et 3) à partir d'une source d'alimentation autonome conventionnellement représentée sur les plans, au moyen de douilles électroconductrices 13 reliées à ces électrodes 9 et comportant sur leurs queues 15 un filetage mâle 14.

35 Les électrodes à tige 9 avec leurs isolateurs 11 sont fixées dans la virole 3 du corps 2 de la chambre 1 de façon à pouvoir effectuer des mouvements alternatifs le long de leurs axes longitudinaux 12, leur course permettant de réaliser l'écart entre électrodes

indiqué de 0,1 à 10 mm. A cet effet les isolateurs 11 (figure 3) comportent un filetage mâle 16 engagé dans le taraudage 17 de la virole 3, ce qui leur permet de se déplacer solidairement avec les électrodes à tige 9, alors que les douilles 13 comportent un taraudage 18 engagé sur le filetage 16, ce qui leur permet de se déplacer solidairement avec les électrodes à tige 9. L'exécution susdite des isolateurs 11 des électrodes 9 permet de réaliser le dispositif entier sous une forme ramassée. En outre cette exécution prolonge la durée de fonctionnement ininterrompu du dispositif tout entier au fur et à mesure de l'érosion des électrodes 9.

La chambre de floculation 1 (figure 1) comporte également une électrode additionnelle 19 sous forme d'une tige cylindrique creuse à travers laquelle s'écoule le liquide traité. L'électrode 19 (figures 1 et 3) est montée dans la chambre 1 à proximité immédiate des extrémités 10 des électrodes principales à tige 9, traverse le couvercle supérieur 4 (figure 1) et sort à l'extérieur.

L'électrode 19 est montée elle aussi avec possibilité d'effectuer des mouvements de rotation et de va-et-vient le long de l'axe longitudinal de la chambre 1. A cet effet un bossage 20 du couvercle supérieur 4 comporte un filetage 21 pour vissage d'un écrou 22 appliqué sur une virole 23 elle-même en appui sur un joint d'étanchéité 24 qui entoure l'électrode 19. Le fait que l'électrode 19 est montée de manière à pouvoir effectuer des mouvements de rotation et des mouvements alternatifs le long de l'axe longitudinal de la chambre 1, permet une usure par érosion uniforme des sections de l'électrode 19 qui font face aux extrémités 10 des électrodes principales 9, sous la forme d'une rainure entourant l'électrode 19 qui se forme à la nouvelle surface de l'électrode 19 à chaque mouvement de va-et-vient.

A l'intérieur de l'électrode additionnelle 19 le long de son axe longitudinal est montée une autre électrode additionnelle 25 réalisée sous la forme d'une corde en métal insoluble sous l'effet du courant électrique dans le liquide initial qui dans l'exemple considéré est du nickel. Le courant électrique est amené aux électrodes 19 et 25 à partir de la même source autonome que celle qui alimente les électrodes 9.

L'électrode additionnelle 25 de concert avec l'électrode additionnelle 19 forme une chambre de floculation additionnelle 26 ce

qui permet d'intensifier les opérations à l'égard des forces dipolo-phorétiques du champ électrique hétérogène qui apparaît lors de l'écoulement du liquide à travers la chambre additionnelle de floculation 26, ces forces agissant sur les molécules et les particules suspendues des substances minérales organiques et biologiques.

Les points de fixation 27 (figure 2) des électrodes à tige 9 (figure 1) sur les viroles 3 (figure 2) du corps 2 sont répartis sur deux hélices 28 qui sont tracées sur ce corps 2, ce qui permet d'organiser la circulation du liquide et prolonge la durée de service de l'électrode additionnelle 19 grâce à une érosion régulière et facilite le réglage de l'écart entre les électrodes.

Pour admettre le liquide initial dans le sens de la flèche B (figure 1) vers la chambre de floculation 1, le couvercle supérieur 4 comporte une pipe 29 et un canal 30. Pour admettre dans la chambre de floculation 26, dans le sens des flèches C du liquide traité dans la chambre 1 on a prévu un raccord 31. L'évacuation du liquide traité, dans le sens de la flèche D, hors de la chambre de floculation 26 se fait par le raccord 32 relié à l'évasement 33 de l'électrode 19 au moyen des boulons 34 et rendu étanche par le joint 35.

Il est possible également de prévoir une admission du liquide initial simultanément dans les deux chambres 1 et 26 par le raccord 36, dans le sens de la flèche E, le raccord 36 étant fixé dans le couvercle inférieur 5.

On chasse du conduit 37 le dépôt qui s'accumule au cours de la floculation dans ce conduit lors de l'admission du liquide initial par la pipe 29 et lors de son évacuation par le raccord 32, par dévissage du raccord 36.

Les gaz qui s'accumulent au cours de la floculation sont évacués de la chambre de floculation 1 par le conduit 38. La pipe 39 et la soupape d'échappement 40 sollicitée par le ressort 41 et rendue étanche par le joint 42.

L'électrode additionnelle 25 en forme de corde est fixée d'une part dans un alésage central 43 du raccord 31 et d'autre part dans un bouchon 44 adjacent au raccord 32 et sur lequel prend appui le ressort 45.

On vient de donner la description d'un mode d'exécution de la chambre de floculation 2 à huit électrodes principales à tige 9. Toutefois il est possible d'exécuter ladite chambre avec deux élec-

trodes à tige pour le traitement de volumes réduits de liquide. Dans le cas des liquides faiblement pollués il est possible de prévoir une seule chambre de floculation 1 sans électrodes additionnelles 19 et 25 formant une chambre additionnelle de floculation 26. La quantité d'électrodes à tige peut être augmentée, dans les limites d'une virole unique; c'est ainsi qu'on peut disposer les quatre paires dans une seule virole l'une au-dessus de l'autre. Il est possible également d'augmenter cette quantité de pair avec le nombre de viroles en cas de purification électrique et de stérilisation de volumes importants de liquides.

Dans le présent mode d'exécution de l'appareil, l'électrode additionnelle 19 est exécutée avec une tige cylindrique creuse. Toutefois elle peut être exécutée sous forme d'une tige creuse à facettes multiples.

Le dispositif suivant l'invention fonctionne d'une façon analogue pour tous les liquides à traiter qui ont été mentionnés. Son fonctionnement est conforme aux indications données dans les exemples précités.

Le fonctionnement de l'appareil suivant l'invention est le suivant :

On fait passer entre les électrodes à tige 9 (figure 1) et l'électrode additionnelle 19 un courant pulsé dont la durée des impulsions et la tension sont suffisants pour faire naître des décharges électriques entre les électrodes. Pour obtenir la concordance entre la durée de l'action du champ électrique des électrodes à tige principales 9 et de l'électrode additionnelle 19 et le temps de relaxation et de déroulement des phénomènes colloïdaux dans le liquide initial on choisit la durée des impulsions de façon qu'elle soit supérieure à 0,001 seconde, la valeur de la tension de 100 à 6000 volts et l'écart entre les électrodes 9 et 19 de 0,1 à 10 mm suivant les caractéristiques physiques et chimiques du liquide initial. Ensuite on admet le liquide initial par la pipe 29 et le canal 30 dans la direction de la flèche vers la chambre de floculation 1.

Les décharges électriques de faible puissance qui naissent entre les électrodes 9 et 19 dans la chambre de floculation 1 font apparaître des centres de floculation grâce aux particules de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ qui se forment instantanément en inhibent les phénomènes vitaux des micro-organismes. Les particules minérales et organiques floculées

arrivent à la chambre de floculation 26 dans la direction des flèches C; passant entre les électrodes 25 et 19 elles se concentrent et forment de façon irréversible des agglomérats dans la zone de champ électrique hétérogène auprès de l'électrode 25 sous l'effet favorable du gradient acido-basique suivant le rayon de la chambre 26.

On admet ensuite le liquide traité dans la direction de la flèche D sur le filtre en mousse plastique (genre porolon) non représenté sur la figure. A la sortie du filtre le liquide est dirigé vers le consommateur.

Au cours du passage du liquide à travers la chambre principale de floculation 1 les électrodes à tige 9 disposées suivant des hélices (figure 1) contribuent à diviser l'écoulement du liquide et à brasser uniformément les produits de la purification électrique ce qui contribue à en élever l'efficacité.

Au fur et à mesure que le dispositif suivant l'invention travaille, les électrodes principales 9 subissent une érosion, aussi rétablit-on la valeur primitive de l'écart entre les électrodes en tournant les isolateurs 11 et, plus précisément, rétablit-on la valeur initiale de l'écart entre les électrodes en tournant les douilles 13.

Si l'on recherche un déplacement alternatif des électrodes principales 9 sur des distances plus grandes on réalise ce déplacement en tournant les isolateurs 11 (réglage grossier) et ensuite les douilles 13 (réglage fin). Si l'électrode à tige 9 est érodée au point qu'aucune des manoeuvres de réglage ne permet plus d'obtenir l'écart requis entre les électrodes et que le fonctionnement du dispositif devient impossible on change l'électrode 9 en dévissant la douille 13 et en dévissant de cette douille l'électrode 9. Cette rechange est également possible dans le cas où il est indispensable de mettre en place une électrode réalisée en une autre matière. Au fur et à mesure que la surface de l'électrode additionnelle 9 s'érode en surface, on la fait tourner autour de son axe. Lorsqu'il s'y forme une rainure ou lui imprime un mouvement alternatif après avoir débouqué au préalable l'écrou 22. Après la mise en place de l'électrode additionnelle 19 dans sa nouvelle position on serre l'écrou 22.

Si le débit du dispositif varie peu, il est avantageux de mettre en place un nombre inférieur de viroles 3 avec un plus grand

nombre d'électrodes principales 9. S'il s'agit d'augmenter le débit du dispositif on dévisse les boulons 8, on dépose le couvercle supérieur 4 ou le couvercle inférieur 5 et on met en place le nombre requis de viroles 3. Ensuite on bloque les boulons 8.

5 Le dispositif suivant l'invention, comme décrit dans ce qui précède, fonctionne de telle manière que le liquide initial soit admis dans le sens de la flèche B par les tubes 29 et le canal 30 dans la chambre de floculation principale 1 où sous l'effet d'un champ électrique hétérogène des électrodes principales 9 il naît des forces dipolophorétiques et pondéro-motrices qui agissent sur les molécules et les particules de la suspension ainsi que sur les bulles de gaz, provoquant leur floculation sous l'effet de l'hydroxyde naissant de la matière des électrodes. Tous ces facteurs intensifient la purification électrique. Ensuite le liquide arrive dans le sens des flèches C dans la chambre de floculation additionnelle 26 où sous l'action des forces essentiellement des forces dipolophorétiques, du champ électrique hétérogène, créé par la surface interne de l'électrode additionnelle 19 et par l'électrode additionnelle 25 les particules dans le liquide floculent d'une façon réversible, sont véhiculées vers l'électrode additionnelle 25, se concentrent autour d'elle et floculent de façon irréversible ce qui permet d'obtenir à la sortie du raccord 32 des flocs irréversibles compacts facilement séparables. Le liquide traité conformément à ce qui a été décrit dans ce qui précède, sort par le raccord 32 dans la direction de la flèche D.

25 Il est possible d'effectuer le traitement du liquide initial par une succession d'opérations différente au cas où la composition de la suspension ne serait pas trop complexe. Dans ce cas, comme on l'a déjà indiqué, le liquide arrive à la fois dans les deux chambres 30 1 et 26 par un raccord 36. Pour la purification des liquides faiblement pollués, essentiellement par des agents biologiques il est possible de n'utiliser que la chambre de floculation principale 1 sans chambre de floculation additionnelle 26.

35 L'invention consiste à exercer sur le liquide une action entraînant en son sein des phénomènes physiques, chimiques et colloïdaux qui améliorent sensiblement la qualité du liquide, la durée d'action des impulsions correspondant à celle de la relaxation dans le liquide.

La mise en oeuvre du procédé et du dispositif suivant l'invention permet d'éviter des opérations telles que l'acquisition, le magasinage et le dosage des réactifs. Grâce aux faibles consommations d'énergie électrique qui se chiffrent par 0,1 à 1 kW-h par mètre cube de liquide initial et au petit encombrement de l'appareil (800 x 600 x 400 mm) pour un débit de 10 à 25 m³/24 heures, la purification et la stérilisation s'avèrent très efficaces même pour des eaux qui se prêtent difficilement à l'épuration par des procédés habituels. Les spécialistes estiment que le goût de l'eau après le traitement d'après le procédé de l'invention réalisé dans un appareil selon l'invention rappelle le goût d'une eau de source.

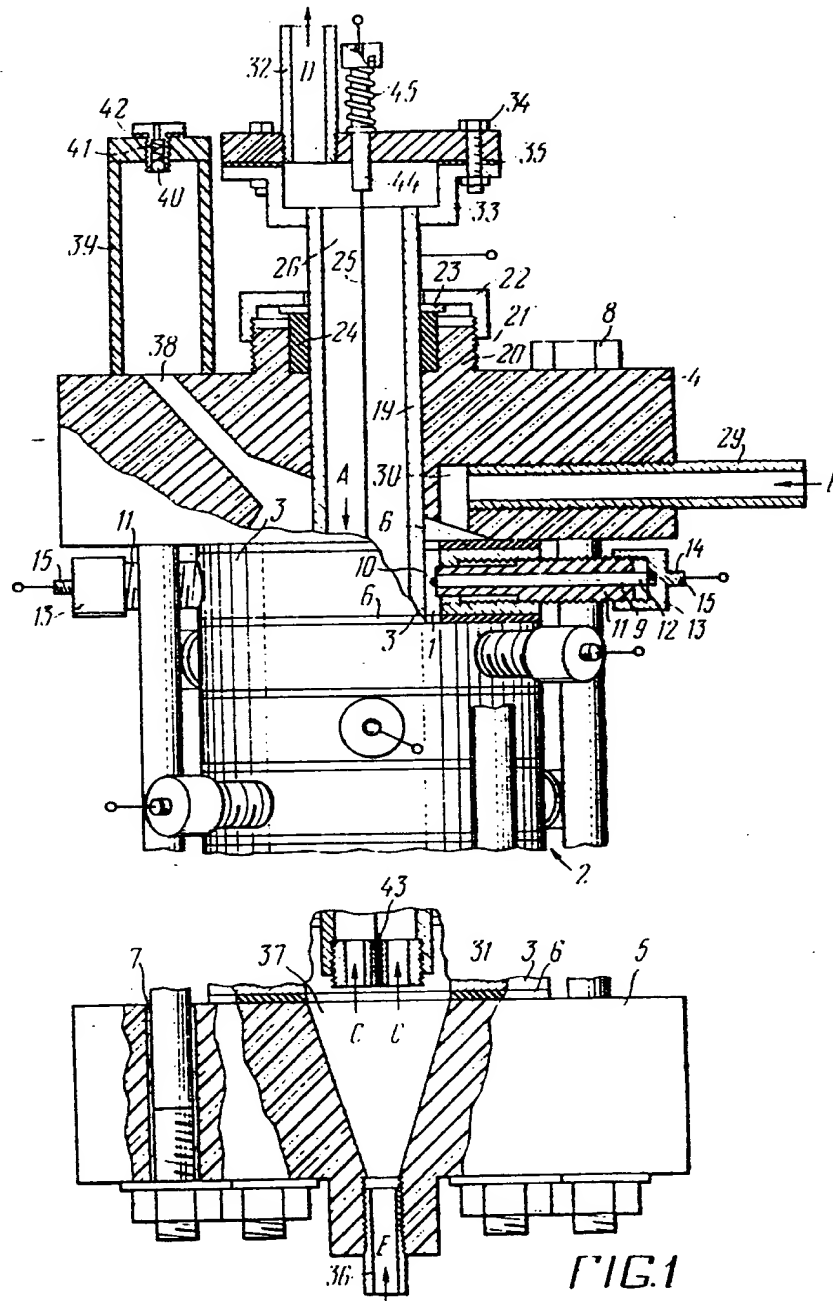
Bien entendu diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs et procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples, sans sortir du cadre de l'invention.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de purification électrique et de stérilisation d'un liquide contenant des substances minérales, organiques et biologiques en suspension et en solution, suivant lequel on fait passer un courant électrique à travers le liquide, au moyen d'électrodes, caractérisé en ce que le courant que l'on fait passer est un courant pulsé, dont la durée des impulsions et la valeur de la tension sont suffisantes pour créer des décharges électriques entre les électrodes.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la durée des impulsions du courant est supérieure à 0,001 seconde, la valeur de la tension est comprise entre 100 et 6000 volts et la distance, ou l'écart, entre les électrodes est comprise entre 0,1 et 10 mm, suivant les caractéristiques physiques et chimiques du liquide initial.
3. Appareil destiné à la purification électrique et à la stérilisation d'un liquide pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 1, dans lequel le liquide initial traverse une chambre de floculation qui comporte au moins deux électrodes à tige dont l'une est isolée électriquement du corps de la chambre par un isolateur et qui sont montées dans ledit corps de façon que leurs axes longitudinaux soient dans des plans parallèles dont la distance est inférieure à l'écart entre les électrodes, caractérisé en ce que la seconde électrode à tige est également isolée électriquement du corps de la chambre au moyen de son propre isolateur et en ce que les deux électrodes à tige sont fixées dans le corps conjointement avec leurs isolateurs, de façon à pouvoir se déplacer le long de leurs axes longitudinaux dans les deux sens.
4. Appareil suivant la revendication 3, caractérisé en ce que la chambre de floculation comporte une électrode additionnelle réalisée sous la forme d'une tige creuse à travers laquelle s'écoule le liquide initial, cette électrode étant montée à l'intérieur de la chambre à proximité immédiate des extrémités des électrodes principales à tige tout en étant capable de se déplacer en rotation et en translation dans les deux sens le long de l'axe longitudinal de la chambre.
5. Appareil suivant la revendication 4, caractérisé en ce

que, à l'intérieur de l'électrode additionnelle, le long de son axe longitudinal, est montée une autre électrode additionnelle réalisée sous la forme d'une corde en un métal qui n'est pas sujet à l'érosion sous l'effet du courant électrique dans le liquide initial et qui
5 forme avec la première électrode additionnelle une chambre de floculation additionnelle.

6. Appareil suivant l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que, s'il y a plus de deux électrodes principales à tige, leurs points de fixation sur le corps de la chambre de
10 floculation principale sont disposés suivant au moins une hélice tracée sur ce corps.



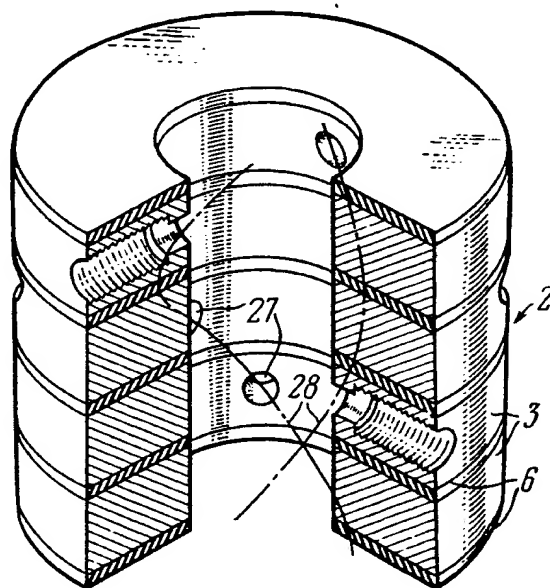


FIG. 2

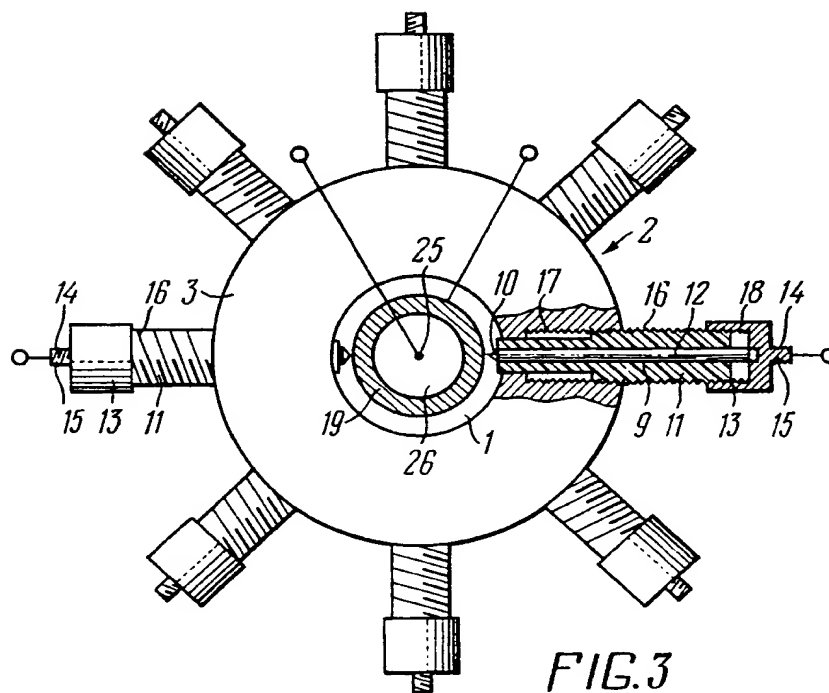


FIG. 3

